

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño Estructural Naval
Clave de la asignatura:	NVC-1017
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería Naval

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.

Este elemento de competencia se integra con otros en la unidad de competencia siguiente:

- ✓ Diseña, analiza y evalúa la arquitectura naval de los productos navales para aplicar los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Diseña la arquitectura estructural del casco o artefacto para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta esencial para el diseño de la estructura de vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste de un curso de diseño estructural donde el énfasis se centra en los métodos de diseño sintético, analítico y mediante reglas para construcción y clasificación de embarcaciones y artefactos marinos.

Tiene como pre-requisitos Análisis Estructural Naval II y Fundamentos de Vibraciones, y es pre-requisito de Proyecto de Diseño de Vehículos Marinos.

Intención didáctica

Se organiza el temario en seis temas, delimitando claramente los procedimientos de diseño para toda la estructura, para partes primordiales específicas, y para módulos.

El primer tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema repasa los conceptos del buque como una viga simple (estructura efectiva y torsión), las cargas longitudinal y transversal, los efectos cíclicos y la vida del buque, las cargas combinadas, concentradas y explosivas, la clasificación de estructura y esfuerzo, la transmisión de carga, la manga y ancho efectivo, los modos de falla (fatiga, fractura frágil, colapso plástico, pandeo elástico, pandeo elasto-plástico, deflexiones excesivas) y, la vibración. El segundo subtema describe las cargas por olas, la historia de la predicción de la flexión por

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

ola, los métodos corrientes de predicción disponibles, el diseño por momento flexionante mediante balance estático, la teoría de la franja, la carga de ola regular mediante la teoría de la franja, el diseño por momento flexionante mediante la teoría de la franja, el margen para flexibilidad del casco, el efecto slamming, la carga de “mar verde”, la flexión y torsión horizontal, las cargas transversales, las cargas de viento, inerciales, térmicas y de hielo, el tren de propulsión, las cargas rodantes, las cargas internas de cubierta, las cargas de varada y deslizamiento, las cargas de cama, botadura y suelo, las colisiones, las cargas de remolque y, las cargas de lanzamiento de proyectiles y de explosiones bajo el agua. El tercer subtema proporciona las consideraciones en la selección de materiales para cada parte de la estructura, los materiales ferrosos, los materiales no ferrosos, la madera, la fibra de vidrio (plástico reforzado con fibra FRP), las propiedades de compuestos comunes, el uso de la fibra de vidrio y los criterios de falla, la resistencia al medio ambiente de la fibra de vidrio, la construcción del casco con fibra de vidrio, las pruebas no destructivas para la fibra de vidrio y, el cemento reforzado con vidrio. El cuarto subtema trata el proceso de síntesis de diseño estructural, el diseño inicial, la síntesis en la primera iteración, la estimación del peso estructural, el diseño en la segunda iteración, el diseño en la tercer iteración, la definición contractual y, la lista de verificación de diseño estructural.

El segundo tema se divide en tres subtemas. El primer subtema describe el inicio del proceso de diseño de la sección media por resistencia longitudinal demostrando todos los pasos esenciales, comenzando con la introducción y estimaciones iniciales, agregando después la falla por compresión, el diseño contra carga lateral, y la resistencia al cortante, siguiendo con la resistencia última, considerando por último la torsión y cargas explosivas y, terminando con un resumen del procedimiento y los márgenes de seguridad recomendados. El segundo subtema discute el método de la sección de Charles E. Roth III, cuyos pasos esenciales se dan iniciando con la estimación de cargas, estableciendo el criterio de diseño y los factores de seguridad, preparando un diseño conceptual preliminar (selección del tipo de armado), desarrollando un análisis para determinar si se reúnen todos los criterios de diseño, considerando un margen para corrosión y, desarrollando al menos un ciclo de optimización del procedimiento. El tercer subtema trata las reglas de construcción y clasificación de buques y cómo se utilizan para el diseño de la sección media, aplicando el reglamento de alguna casa clasificadora en particular.

El tercer tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema introduce las funciones de los mamparos transversales principales, el diseño contra cargas laterales (métodos de diseño plástico y elástico), el diseño contra cargas en el plano (cargas distribuidas, concentradas y bajo superestructuras), la resistencia a cargas explosivas (choque bajo agua, chorro interno, placa y atiesadores de mamparo, detalles estructurales) y, otras consideraciones de diseño. El segundo subtema describe el procedimiento de diseño de mamparos transversales del tipo de placa con atiesadores, analizando el diseño en seis secciones, las cargas de mamparo, la selección de la orientación de los atiesadores, la selección de la separación entre atiesadores, la selección del espesor de placa basada en carga normal, la selección de los escantillones de atiesadores en base a carga normal y, la verificación del diseño por carga vertical. El tercer subtema trata las reglas de construcción y clasificación de buques y cómo se utilizan para el diseño de mamparos transversales principales, aplicando el reglamento de alguna casa clasificadora en particular.

El cuarto tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema introduce el propósito de una superestructura, las cargas de la superestructura, la reducción de la sección transversal del radar, los requerimientos del diseño de la superestructura, los materiales, la eficiencia de la superestructura, el diseño y análisis, la aplicación de un ejemplo de diseño, el análisis final y, la utilización de reglas de

construcción para el diseño de superestructuras y casetas. El segundo subtema discute el diseño de estructuras de emparrillados (placa-atiesador) atiesados ortogonalmente, el diseño de placas, el diseño de atiesadores, los métodos de la reacción de intersección y de la reacción distribuida, de la analogía de placa, de las series de Fourier, de la energía, de relajación, de elemento finito y gráfico, la presión de slamming, las cargas en línea, puntuales y en el plano, el desarrollo de un ejemplo de diseño y, la utilización de reglas de construcción para el diseño de la estructura secundaria. El tercer subtema cierra el proceso iterativo de diseño estructural proporcionando consideraciones prácticas para la confiabilidad y la optimización, el diseño y análisis probabilístico y, la optimización.

El quinto tema se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda el diseño de partes de la estructura y detalles estructurales, como son las cubiertas de vuelo, los mástiles, las bancadas de maquinaria, el castillo de proa, la eficiencia de las cubiertas cortas, los huecos en la estructura, las conexiones estructurales, el diseño de soportes de ejes de propulsión, las quillas de pantoque, las palas de timón y los estabilizadores y, los dobles fondo. El segundo subtema describe los mecanismos de la fatiga y de la fractura de materiales, el uso de las curvas S-N (esfuerzo de tensión vs número de ciclos), la práctica del diseño por fatiga, el diseño por fatiga, las consideraciones de confiabilidad, el crecimiento de grietas por fatiga, la fractura y, la inspección y reparación. El tercer subtema proporciona información sobre los conceptos básicos de vibraciones, las aplicaciones de la vibración al casco viga, las fuerzas sobre el propulsor y ejes (fuerzas hidrodinámicas, cavitación de la hélice, sistema hélice-eje no balanceado), las fuerzas sobre maquinaria, disparos de cañón y excitación de mar, las respuestas principales de la vibración del casco, la hélice excitada por vibración forzada, métodos analíticos, la respuesta de vibración de áreas locales, los criterios y límites de vibración, las mediciones durante la construcción y servicio, las mediciones e investigaciones de falla por vibraciones y, los paliativos. El cuarto subtema trata la habilidad de la estructura a resistir efectos de disparos de armas, los tipos de ataques, los efectos de disparos por arriba y por debajo de la línea de flotación, la resistencia al ataque y, la fractura quebradiza. El quinto subtema discute el deterioro por servicio, la inspección y reparación, las medidas de diseño (protección contra corrosión, resistencia a la fatiga, aspectos de materiales) y, conclusiones al respecto.

El sexto tema se subdivide en dos subtemas. El primer subtema discute el método de diseño estructural mediante reglas de construcción contra el método de diseño estructural fundamentado racionalmente, y los alcances de éste último en relación con los métodos modernos de análisis y optimización estructural basados en teoría estructural, elemento finito, y en el uso de paquetes de software y la computadora. El segundo subtema proporciona una descripción general del procedimiento de diseño fundamentado racionalmente, los aspectos básicos del diseño estructural, la parte práctica y el desempeño del método mediante la aplicación de paquetes de software, la seguridad estructural, los métodos de diseño probabilístico, los factores de carga y el grado de seriedad de falla y, la modelación de módulos de casco mediante la aplicación de paquetes de software.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para

que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en

		Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.
--	--	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Diseña la arquitectura estructural del casco o artefacto para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza los principios y métodos de Análisis Estructural Naval II para el análisis de la resistencia de la estructura de vehículos marinos Utiliza los principios y métodos de Mecánica de Materiales II para el diseño y análisis de vigas y ejes estáticamente determinados e indeterminados sujetos a diferentes condiciones de carga Utiliza los principios y métodos de Mecánica de Fluidos para el análisis del comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento y su interacción con sólidos o con otros fluidos Utiliza los principios y métodos de Fundamentos de Vibraciones para el análisis de vibraciones de sistemas dinámicos y continuos mediante modelación matemática Utiliza los principios y métodos de Ecuaciones Diferenciales para el análisis y modelación de sistemas dinámicos y continuos

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Introducción al proceso de diseño estructural.	1.1 Conceptos básicos 1.2 Cargas 1.3 Selección de materiales 1.4 Descripción general del proceso de síntesis estructural
2	Diseño de la sección media.	2.1 Introducción al diseño de la sección media 2.2 Método de la sección 2.3 Método mediante reglas de construcción
3	Diseño de mamparos estancos transversales.	3.1 Introducción al diseño de mamparos estancos transversales principales 3.2 Método analítico 3.3 Método mediante reglas de construcción
4	Continuación del proceso de diseño estructural.	4.1 Diseño de superestructuras y casetas 4.2 Estructura secundaria 4.3 Confiabilidad y optimización
5	Aspectos generales del diseño estructural.	5.1 Estructuras especiales y detalles estructurales 5.2 Mecánica de fatiga y fractura 5.3 Vibración 5.4 Vulnerabilidad estructural 5.5 Mantenimiento de la estructura

6	Introducción al diseño estructural fundamentado racionalmente.	6.1 Comparación de los métodos diseño con reglas de construcción vs diseño estructural fundamentado racionalmente 6.2 Descripción general del procedimiento de diseño estructural fundamentado racionalmente
---	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Introducción al proceso de diseño estructural.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Integra el proceso de diseño para la síntesis estructural. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar el problema del diseño estructural Describir el concepto de síntesis y análisis de la espiral de diseño Identificar el proceso de síntesis estructural Describir los pasos que deben seguirse en la creación del diseño de la estructura de un buque Identificar los modelos conceptuales para el análisis y la síntesis estructural Describir el concepto de análisis de viga equivalente Explicar el concepto de análisis de jerarquía de esfuerzo Expresar el concepto de análisis de transmisión de carga Identificar el concepto de análisis de ancho efectivo Discutir ejemplos de conceptos de análisis estructural Discutir los tipos de cargas estructurales Explicar los modos de falla estructural Explicar los métodos de predicción de momento flexionante por olas Discutir la teoría de la franja y su aplicación en diseño por momento flexionante Identificar los conceptos de cargas por slamming y green sea Reconocer la flexión y torsión lateral así como las cargas transversales como consecuencia de la acción de las olas Describir las cargas por viento, inerciales, térmicas y por hielo Identificar las cargas debidas al tren de

	<p>propulsión y las rodantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar las cargas debidas a la fabricación en dique y en grada • Reconocer las cargas debidas a operaciones de mantenimiento en dique seco o flotante, y en varaderos • Discutir las otras posibles cargas debidas a la operación del buque • Revisar las propiedades de los materiales ferrosos, no ferrosos, madera y fibra de vidrio que se utilicen en la fabricación de vehículos y artefactos marinos. • Discutir los lineamientos sobre materiales de los reglamentos para construcción de vehículos y artefactos marinos. • Reconocer las propiedades de la fibra de vidrio como material para fabricación de vehículos marinos • Discutir la fase inicial del diseño estructural • Describir la síntesis del diseño estructural en una primera iteración • Explicar los métodos de estimación del peso estructural • Expresar la síntesis del diseño estructural en una segunda iteración • Revisar la síntesis del diseño estructural en una tercera iteración • Reconocer los detalles del diseño estructural en la fase de definición contractual • Discutir lista de verificación de actividades del diseño estructural
--	---

2.- Diseño de la sección media.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseña la sección media del casco o artefacto naval para aplicar los procedimientos de arquitectura naval y reglas de construcción. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los objetivos del diseño estructural • Explicar el proceso de diseño de la sección media en base a los requerimientos de resistencia longitudinal • Discutir los métodos de diseño estructural de la sección media • Explicar el método racional de síntesis de la sección media • Discutir primer ejemplo del método de la

<p>computacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<p>sección</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicar segundo ejemplo del método de la sección Analizar el método de la sección Explicar el método mediante reglas de construcción de sociedades de clasificación Discutir primer ejemplo del método mediante reglas de construcción Explicar segundo ejemplo del método mediante reglas de construcción Analizar el método mediante reglas de construcción Comparar los métodos de diseño de la sección contra el de reglas de construcción Diseñar una sección media mediante ambos métodos
---	--

3.- Diseño de mamparos estancos transversales.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseña los mamparos transversales principales del casco o artefacto naval para aplicar los procedimientos de arquitectura naval y reglas de construcción. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los objetivos del diseño estructural Explicar el proceso de diseño de mamparos transversales principales en base a los requerimientos de resistencia longitudinal y transversal Discutir los métodos de diseño estructural de los mamparos estancos transversales principales Describir primer ejemplo del método analítico Explicar segundo ejemplo del método analítico Analizar el método analítico Explicar el método mediante reglas de construcción de sociedades de clasificación Discutir primer ejemplo del método mediante reglas de construcción Explicar segundo ejemplo del método mediante reglas de construcción Analizar el método mediante reglas de construcción Comparar los métodos analítico contra el de reglas de construcción Diseñar un mamparo estanco transversal

	mediante ambos métodos
4.- Continuación del proceso de diseño estructural.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseña las superestructuras, casetas, y estructura secundaria del casco o artefacto naval para aplicar los procedimientos de arquitectura naval y reglas de construcción. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los objetivos del diseño estructural Explicar el proceso de diseño de superestructuras y casetas en base a requerimientos de resistencia longitudinal Discutir los métodos de diseño estructural para superestructuras y casetas Describir primer ejemplo del método analítico Describir segundo ejemplo del método mediante reglas de construcción Analizar y comparar ambos métodos Diseñar una superestructura mediante ambos métodos Explicar el proceso de diseño de la estructura secundaria Identificar los métodos de diseño disponibles para la estructura secundaria Discutir ejemplos seleccionados de los métodos de diseño de la estructura secundaria Identificar las formulaciones para diseño de la estructura secundaria mediante reglas de construcción Diseñar emparrillados placa-atiesadores mediante métodos de diseño utilizando gráficas y mediante reglas de construcción Discutir la confiabilidad y la optimización del proceso de diseño estructural
5.- Aspectos generales del diseño estructural.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Integra los aspectos generales del diseño estructural para aplicar en todas las etapas del proceso iterativo de síntesis estructural. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> Discutir los mecanismos de fatiga de materiales Examinar las dos filosofías de diseño por fatiga (fail-safe & safe-life) Explicar el proceso de diseño estructural por fatiga Diseñar un elemento estructural por fatiga Revisar los conceptos básicos de vibraciones Examinar cuáles son los sistemas

<p>computacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<p>dinámicos y continuos principales expuestos a la vibración en el buque</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir los métodos analíticos para vibración disponibles para el análisis y diseño en aplicaciones a vehículos y artefactos marinos • Discutir ejemplos de análisis de vibraciones en los sistemas casco, paneles de placa-atiesadores, y hélice • Identificar los criterios y límites de la vibración • Explicar los procedimientos de diseño por vibración • Diseñar un elemento estructural por vibración • Describir las pruebas de vibración durante la construcción, durante las pruebas en el mar, y por fallas • Identificar el concepto de vulnerabilidad estructural • Explicar el alcance de la vulnerabilidad estructural y los lineamientos para diseño estructural por resistencia a ataque • Describir los lineamientos de mantenimiento estructural • Explicar las directrices sobre protección a la corrosión, resistencia a la fatiga, y aspectos de materiales utilizados
6.- Introducción al diseño estructural fundamentado racionalmente.	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla el proceso de diseño estructural para aplicar el método fundamentado racionalmente <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los objetivos del diseño • Discutir las debilidades y fortalezas del diseño estructural mediante reglas de construcción • Comprender que el método de diseño estructural fundamentado racionalmente está directamente y totalmente basado en la teoría estructural y en métodos de análisis y optimización estructural asistidos por computadora • Describir el método de diseño estructural fundamentado racionalmente • Identificar los paquetes de software de diseño estructural naval de uso actual

<p>y proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Delinear el diseño de un módulo de casco de zona central mediante el método de diseño estructural fundamentado racionalmente
--	--

8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Experimentar con software para arquitectura naval diseño de la sección media.
- Experimentar con software para arquitectura naval diseño de mamparos transversales principales
- Experimentar con software para arquitectura naval diseño de la estructura secundaria
- Experimentar con software para arquitectura naval análisis de vibraciones del casco
- Experimentar con software para arquitectura naval diseño de módulo central.

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo

- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

11. Fuentes de información

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXÁMENES

- Chalmers D. W. (1993) *Design of Ships' Structures*. UK: Editorial HMSO.
- Okumoto Yasuhisa, et al. (2010) *Design of Ship Hull Structures. A Practical Guide for Engineers*. German: Editorial Springer.

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Bai Y. (2003) *Marine Structural Design*. UK: Editorial ELSEVIER.
- Chakrabarti S. K. (2005) *Handbook of Offshore Engineering*. UK: Editorial ELSEVIER.
- De Silva C. W. (2005) *Vibration and Shock Handbook*. USA: Editorial Taylor & Francis.
- Evans J. H. (1983) *Ship Structural Design Concepts*. USA: Editorial CMP.
- Hughes O. F. (2005) *Ship Structural Design*. USA: Editorial SNAME.
- IACS, www.iacs.org.uk/
- IMO, www.imo.org/
- Lamb T. (2003) *Ship Design & Construction (Vol. 1&2)*. USA: Editorial SNAME.